

A Short Term Flood Forecast Based On Distributed Runoff Model (分布型流出モデルに基 づく短期的洪水予測)

著者	Hadi Kardhana
号	53
学位授与番号	4059
URL	http://hdl.handle.net/10097/42473

氏 名	ハディ カルダナ
授 与 学 位	Hadi Kardhana
学 位 授 与 年 月 日	博士（工学）
学位授与の根拠法規	平成 20 年 9 月 1 1 日
研究科，専攻の名称	学位規則第 3 条第 1 項
学 位 論 文 題 目	東北大学大学院工学研究科（博士課程）土木工学専攻
	A Short Term Flood Forecast Based On Distributed Runoff Model
	（分布型流出モデルに基づく短期的洪水予測）
指 導 教 員	東北大学教授 真野 明
論 文 審 査 委 員	主査 東北大学教授 真野 明 東北大学教授 田中 仁
	東北大学教授 今村 文彦

論 文 内 容 要 旨

Flood disaster took place almost one third (32%) of world's disaster occurrences in the past 15 years (1990-2005). The trend has been climbing for the last 30 years (1970-2005). Local and global initiative has been developed to reduce flood damage. Flood forecast system has been set as pre warning step for such effort.

Present research captured opportunity of rapidly developing numerical weather prediction (NWP) and grand effort of global hydrological dataset establishment which both are boosted by the exponential rate of computation power. This advantages feed present research two main assets; rainfall forecast as a product of NWP and a distributed runoff model as a hydrologic model.

Main objective of present research is model development for flood forecasts which suitable to conditions of the case study and reflecting natural hydrological condition. The forecast shall contribute to flood warning system. Case studies were selected which area 170-180 km², typical size of small to midsize catchments. Time concentration for both basin about one to two hour which reflecting short response of runoff.

Application of recent advances in NWP has potential of allowing delivery advanced flood warning, such as European flood forecasting System which capable to provide a pre warning at lead times of between 5-10 days based on ensemble global model and Numerical Weather Service – River Forecast Center (NWS-RFC) of US that utilizing stochastic - lumped model. However greater risk will be faced to utilize those methods on catchments with short-response runoff such as found in archipelagic region. Convective rainfall or mesoscale system may drive extreme discharge on such basin and give short response time. This kind of system could not be well predicted by long term forecast such as global models. The prediction time may to short to issue warning by only

relying on monitoring from observation system or nowcasting rainfall. During present research, Japan has been using river information system by an effective-conventional water level monitoring to predict floods and issue forecasts and warnings.

Present research use distributed rainfall-runoff model based on tank model. It emphasized hydrological process in conceptual manner. All condition of infiltration process is modified from previous work since it is the most important process to the flood generation on a short response type-catchment. This runoff model has been calibrated and validated with good agreement for eight extreme events during 2002-2007 in two selected catchments. It has made distinct characteristic between temporal representations of isolated and continuous event which refers to condition of initial. This model has developed with very time efficient in order to shorten decision time of warning issuance.

Present research has been developed a short range flood forecast model for event basis. The forecast based on Mesoscale Model (MSM) and Regional Scale Model (RSM) rainfall forecast. The updating method is developed based on Manning Equation for discharge and water depth updating, and based on rational method for subsurface water updating.

The inclusion of updating procedure gives less error of prediction in term of total volume runoff, however does not improve peak discharge prediction performance. Multi event error analysis shows that flood forecast error depends on rainfall forecast; the error grows in longer lead time at same rate as rainfall's. Flood forecast error increase in longer lead time with quantified trend, in volume runoff and peak discharge. Results have been suggesting that in overall MSM is more dependable then RSM regarding the risk of false alarm which detected on the selected events. The forecast skill figure has been proposed which reflected prediction error against lead time. It may gain stronger relation for another added event. Multi event analysis is an opening for develop additional stochastic model to express future prediction uncertainty. Uncertainty estimation shows that rainfall forecast highly contributes to uncertainty of flood forecast. The runoff model has been reduced uncertainty of discharge prediction about a half that contains in rainfall's.

An application of flood warning has been estimated based on people response to a warning. It has been considered adequate for six to twelve hours lead time for people to move to designated shelter. Present research provides reliability of forecast with lead time range to twelve hour. This figure is reflected by confidence level. A reproduction of three major events out of eight selected has been conducted with well agreement.

論文審査結果の要旨

中小河川では洪水監視体制が弱く、災害軽減のための洪水の予測技術の開発が強く望まれている。

本研究では、流域の地形地質情報を取り込んだ汎用で高精度な分布型流出モデルを用い、これに気象庁が実施している、降雨の数値予報結果を入力し 51 時間先までの洪水流出を予測するシステムを開発し、その精度や信頼性について分析したものである。

第 1 章は序論であり、研究の背景、目的を述べている。

第 2 章は、文献調査であり、既往の研究を調査し、問題点を総括している。力学的モデルと流域の地形や地質のデータ活用することにより、流出観測結果から同定を必要とするパラメータの数を減らすことができ、汎用性が増すことを指摘した。これは重要な指摘であり、技術開発の方向を示したものである。

第 3 章は、洪水予測システムの構築について述べ、予測降雨の精度を解析している。気象庁の領域数値予報とメソ数値予報の予測誤差は、先行時間 18 時間までは 20% 以下であり、これを超えると誤差が 2 倍程度に増えることを明らかにした。これは重要な分析であり、洪水予測の精度を考えると誤差の枠組みを明確にしたものである。

第 4 章は、分布型流出モデルによる洪水の再現性について検討を行なったものである。セッケ宿ダム流域と大川流域を対象として流出解析を行い、孤立性の降雨であれば両者とも再現性は良く、連続性の降雨で、再現性は少し下がることを示した。これは有用な結果であり、予測結果を判断するときの指針となるものである。

第 5 章は、短期洪水予測について解析を行なったものである。予測先行時間が 18 時間以内であれば、降雨の誤差特性と対応して、洪水予測誤差は小さいこと、また洪水予測誤差は降雨予測誤差の半分程度に改善していることを示した。これは、洪水予測の実用化を考える上で優れた特性であり、画期的な成果である。

第 6 章は、洪水予測モデルの適用性について分析したものである。住民が避難に要する時間を調べ、これが 12 時間程度であることから、本洪水予測は、避難開始や情報提供に活用でき、人的被害の軽減に寄与することが期待できることを示した。これは重要な技術開発上の成果といえることができる。

第 7 章は、結論である。

以上、本研究は中小河川に対して、有効な洪水予測技術を開発し、その精度の高さと汎用性の広さを示したものである。

よって、本論文は博士(工学)の学位論文として合格と認める。